UserCom

Information pour les utilisateurs des systèmes METTLER TOLEDO de titrage et de mesure du pH, des densimètres et réfractomètres

5

DL-TIP

Avantages d'une automatisation totale du titrage

H.-J. Muhr

Pour effectuer une analyse volumétrique, l'opérateur doit effectuer plusieurs pas. La plupart des solutions de titrage automatique ne couvre qu'une partie de ces étapes, par exemple le titrage proprement dit et le changement d'échantillon. Afin de considérablement augmenter la productivité, il est important d'automatiser également des opérations telles que la préparation des échantillons. En automatisant toute la séquence d'opérations, l'analyse automatique autonome devient possible.

Le procédé d'analyse

L'analyse par le procédé de titrage comprend diverses étapes de différente complexité. Tout au début de l'analyse, le pesage exact d'un solide ou la mesure du volume d'un échantillon liquide jouent un rôle majeur pour la détermination exacte de la teneur de l'échantillon. Suit la préparation correcte de l'échantillon, c'est-à-dire sa transformation physique ou chimique en vue de permettre l'analyse. L'échantillon est ensuite transféré au titrateur où la détermination volumétrique a lieu. L'échantillon réagit, dans des conditions définies, avec les réactifs appropriés, dans une réaction chimique stoechiométrique, rapide, simple et complète. Finalement, la teneur est calculée et le résultat obtenu est documenté et enregistré.

Somaire

DL-Tip
- Avantages d'une automatisation totale du titrage 1
- Paramètres optimaux pour le titrage, III: arrêt du titrage et choix de la bonne méthode d'exploitation 8

Applications
- Le nouveau passeur d'échantillons Rondo 60: trois exemples d'application 3
- X-mate*Pro* sur le terrain 6

Nouveau
- Rondo 60: système flexible évoluant avec les besoins de l'utilisateur 10
- Cours pour notre clientèle 11

Conseils
- Puissantes formules de calcul DL5x/DL7x - quelques exemples 12
- Dépannage des électrodes de pH 14
- Applications du titrage sur Internet 18

Automatisation du titrage: avantages du titrateur

Pratiquement toutes les étapes de l'analyse se laissent automatiser, c'est-à-dire qu'elles peuvent être converties en une séquence définie (méthode de titrage) effectuant les différentes opérations sans intervention manuelle. Normalement, la préparation de l'échantillon par le titrateur consiste à le dissoudre ou à le faire réagir sous agitation à vitesse donnée et pendant une durée donnée. Ensuite, le pH et la température de la solution échantillon peuvent être mesurés et documentés, ou peuvent être ajustés aux valeurs prédéfinies requises pour le titrage (ajustement du pH). Le titrateur assure le contrôle du titrage, son arrêt et l'exploitation de l'analyse. De plus, il effectue automatiquement les calculs, documente les résultats, les transfère et les enregistre. L'automatisation par le titrateur comprend également l'activation de périphériques ou d'instruments auxiliaires tels des pompes, thermoplongeurs, échantillonneurs et, bien sûr, le passeur d'échantillons.

Les avantages du titrage automatique par rapport au titrage manuel sont évidents:

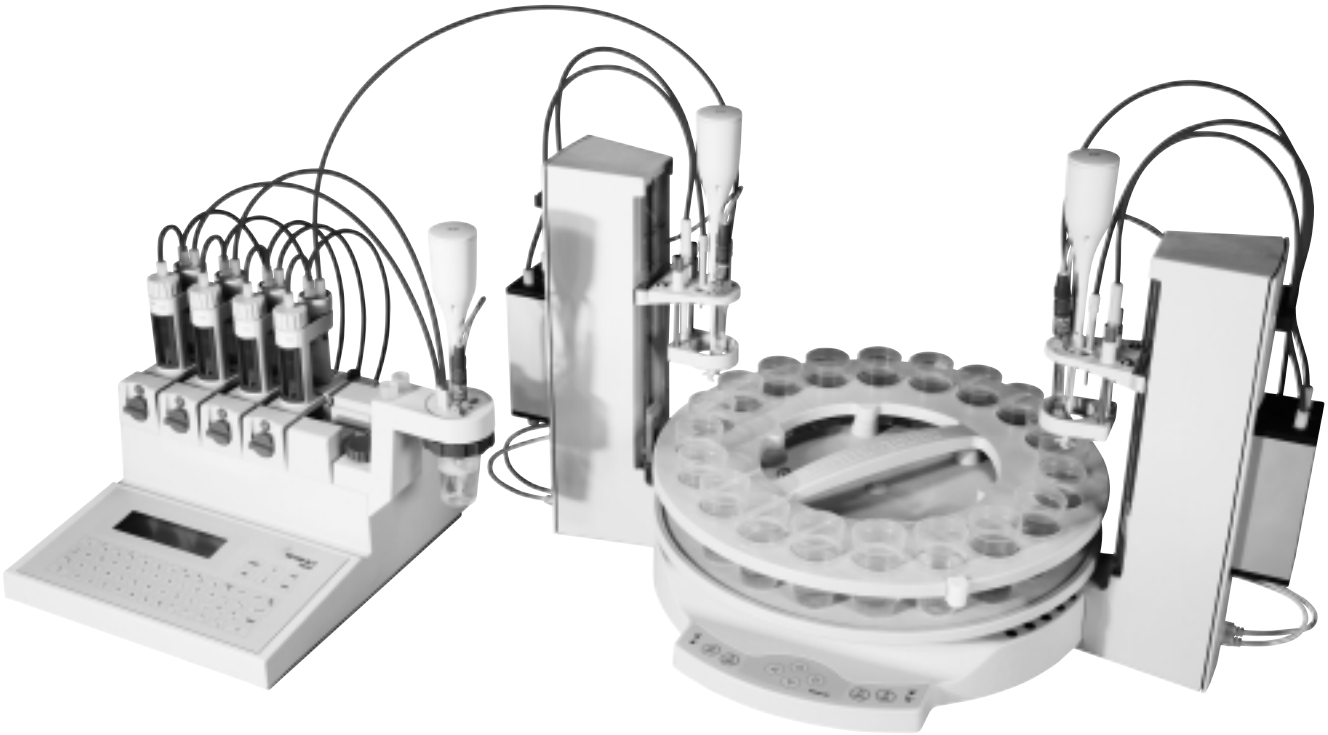
- La reproductibilité augmente car l'analyse ne dépend pas de l'opérateur.
- Chaque échantillon est titré de la même façon parce que les paramètres de contrôle du titrage sont définis par la méthode et ne changent pas. La répétabilité augmente.
- L'incrément minimal est beaucoup plus petit que dans le titrage manuel, d'où une meilleure résolution de la courbe de titrage et donc une meilleure base d'interpolation entre incréments. Les résultats sont plus exacts.
- Les erreurs de calcul et de documentation sont réduites au minimum.

Automatiser le titrage automatique: combinaison titrateur / passeur d'échantillons

Les avantages apportés par le titrateur laissent-ils plus de temps à l'opérateur pour se consacrer à d'autres tâches ou analyser plus d'échantillons par jour? L'aident-il à devenir plus productif? A y regarder de plus près, on s'aperçoit que le titrage à l'aide d'un titrateur n'est généralement pas plus rapide que s'il est effectué manuellement. De plus, le temps nécessaire au titrage ne suffit pas à effectuer d'autres tâches. Et surtout, les chimistes sont curieux de nature, ils aiment observer la progression d'une réaction chimique, autrement dit, ils ont tendance à regarder le titrateur pendant le titrage. Donc, un titrateur améliore certes la précision, l'exactitude et la réalisation d'une analyse simple, mais le gain en productivité reste plutôt faible.

Le premier pas pour automatiser le titrage consiste à connecter au titrateur un passeur d'échantillons. Le titrateur le contrôle à l'aide de la méthode de titrage où toutes les informations requises pour effectuer les opérations voulues sont définies, par exemple, passer à l'échantillon suivant, rincer le capteur, pomper une solution auxiliaire ou ajouter du solvant pour diluer l'échantillon. Le passeur d'échantillons effectue les opérations pas à pas pour analyser tous les échantillons se trouvant sur le plateau.

L'analyse ne se limite cependant pas au titrage, elle comprend également la prise d'échantillon et une préparation appropriée des échantillons avant le titrage. Après le prélèvement, c'est-à-



dire la prise d'un échantillon représentatif de la substance à analyser, un échantillon de laboratoire homogène plus petit est obtenu, par exemple, par broyage et dissolution dans un solvant approprié (préparation de l'échantillon). De cet échantillon on prélève de petites portions (aliquotes) qui sont placées dans les récipients de titrage posés sur le plateau du passeur d'échantillons en vue de leur analyse individuelle.

Un progrès substantiel est obtenu en automatisant également la préparation des échantillons et leur transport. Un passeur d'échantillons doit pouvoir faire plus que ´changer les échantillons´. Il doit préparer les échantillons, commuter des appareils auxiliaires, pomper ou aspirer des solvants, nettoyer et conditionner les capteurs. Par conséquent, si le titrage peut être totalement automatisé par un passeur d'échantillons, de grands lots d'échantillons peuvent être analysés de façon autonome et le chimiste est libre de se consacrer à d'autres tâches. Le nouveau passeur d'échantillons Rondo 60 permet d'automatiser complètement l'analyse par titrage (voir Fig. 1)

Un tel système coûte nettement plus qu'un titrateur automatique. Cependant, une estimation prudente montre que le temps gagné par échantillon, en utilisant la combinaison titrateur/passeur d'échantillons, atteint 10-15%, au rythme de 20 échantillons par jour. L'investissement est donc rentabilisé en moins d'une année.

En conclusion, la combinaison titrateur/passeur d'échantillons augmente considérablement la productivité en allongeant les périodes de fonctionnement sans surveillance. Ceci permet d'effectuer des analyses, par exemple de nuit. L'investissement est vite amorti, en moins d'un an, même avec un nombre modeste de 20 échantillons par jour.

Le nouveau passeur d'échantillons Rondo 60: trois exemples d'application

C. A. De Caro

Le nouveau passeur d'échantillons Rondo 60 repose sur un principe modulaire: pour répondre à toutes les exigences d'une méthode de titrage, une seconde unité de titrage, des pompes et appareils auxiliaires, tels que des homogénéisateurs grande vitesse ou des thermoplongeurs, peuvent être connectés à l'appareil de base. De plus, une seconde unité de titrage peut servir à la préparation des échantillons avant leur titrage, ou à mesurer de nombreux paramètres nécessitant des capteurs séparés (par ex. conductivité et pH dans l'analyse de l'eau). Les trois exemples d'application suivants illustrent la flexibilité du Rondo:

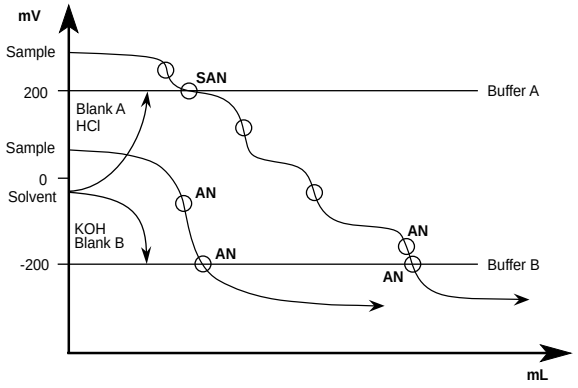


Fig. 1: The SAN/AN determination principle .

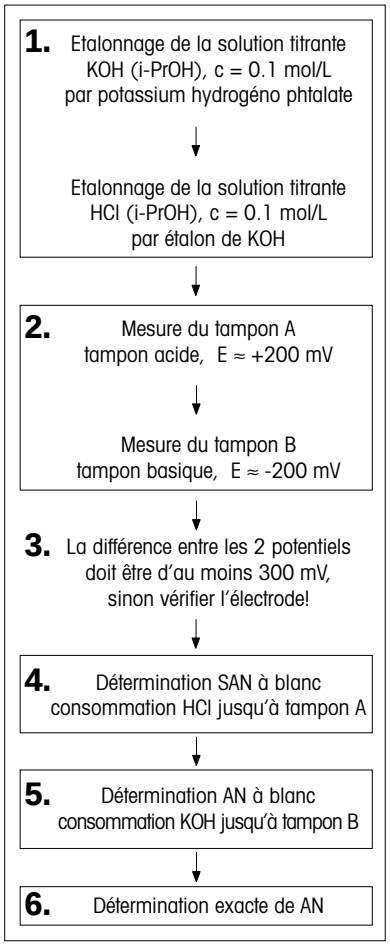
Détermination de l'indice d'acide et de base

Les déterminations SAN/AN (Strong Acid Number) et SBN (Strong Base Number) jouent un grand rôle dans les raffineries, l'industrie pétrochimique et les centrales thermiques. SAN est aussi appelé indice de neutralisation. Il indique la quantité de KOH nécessaire pour neutraliser les composants acides du pétrole. Il sert à qualifier les huiles de lubrification, hydrauliques et d'usinage. SBN par contre indique la teneur en composés basiques (tels les additifs) pouvant neutraliser l'acide moyennant la formation d'impuretés.

La détermination exacte du rapport SAN/SBN est crucial pour les fabricants et utilisateurs d'huiles minérales et de produits dérivés, car les composés acides peuvent corroder les équipements de production. Ces dommages peuvent être prévenus en déterminant la valeur SAN.

L'importance de ces techniques d'analyse ressort de la multitude des normes et règles nationales et internationales, par ex. ASTM.

La figure 2 illustre le principe de l'analyse SAN/AN. L'opération complète comprend les étapes suivantes:


1. Etalonnage de la solution titrante KOH (i-PrOH), c = 0.1 mol/L par potassium hydrogéno phtalate
Etalonnage de la solution titrante HCl (i-PrOH), c = 0.1 mol/L par étalon de KOH
2. Mesure du tampon A tampon acide, E ≈ +200 mV
Mesure du tampon B tampon basique, E ≈ -200 mV
3. La différence entre les 2 potentiels doit être d'au moins 300 mV, sinon vérifier l'électrode!
4. Détermination SAN à blanc consommation HCl jusqu'à tampon A
5. Détermination AN à blanc consommation KOH jusqu'à tampon B
6. Détermination exacte de AN

Ces étapes peuvent être complètement automatisées avec un Rondo 60 et un titrateur DL7x. Les méthodes servant à déterminer les valeurs tampons, les blancs et les indices SAN/AN sont définies dans le titrateur et effectuées comme liste de méthodes. Le cas échéant, l'état du titrateur DL7x décide si l'analyse doit être arrêtée parce qu'une électrode fonctionne mal.

Teneur acide (ASTM D 664/89)

Pour obtenir des résultats exacts et répétables dans cette analyse il est essentiel de bien nettoyer les capteurs. Grâce au codage par aimants du Rondo 60, un ou plusieurs récipients de conditionnement peuvent être définis pour soigneusement rincer et conditionner l'électrode avant l'échantillon suivant. Le rinçage se fait par des pompes supplémentaires et un dispositif de rinçage permettant de soigneusement nettoyer le capteur.

Automatisation de l'analyse de l'eau

Dans l'analyse de l'eau, il faut déterminer séparément plusieurs paramètres, tels la conductivité, le pH, l'alcalinité, la teneur en chlorure, en calcium et magnésium. La mesure de la conductivité doit se faire séparément de celle des autres paramètres en raison de l'interférence du flux d'électrolyte des électrodes. Le passeur d'échantillons Rondo 60 permet de réaliser ceci avec deux tours de titrage A et B positionnées côte à côte. La conductivité est d'abord mesurée à la tour B, puis l'échantillon est déplacé à la tour A où sont déterminés le pH, l'alcalinité, la dureté totale, la teneur en calcium et magnésium .

1) Conductivité (tour B)
La conductivité de l'eau potable est mesurée par exemple par un capteur de conductivité InLab730 monté sur la tête de titrage de la tour B et par un conductimètre MPC227. La plage de mesure du MPC227 est fixée à 200 µS/cm. La sortie analogique du MPC227 est reliée à l'entrée de capteur 4 d'un titrateur DL70ES ou DL77. On étalonne d'abord le MPC227 (deux points, air et étalon 1413 µS/cm), puis le titrateur (un point, 1413µS/cm). La pente est enregistrée comme valeur auxiliaire et le départ de la droite d'étalonnage peut être mis à zéro, car son décalage est en fait inférieur à la résolution du titrateur (0.1 mV).

2) pH, alcalinité (tour A):
Une électrode DG114 (électrolyte: 2M KNO_3) sert d'indicateur et l'échantillon est titré par 0.1 M HNO_3 jusqu'à un point final défini EP = pH 8.2 ou pH 4.3. L'électrode est connectée à l'entrée de capteur 3 du titrateur DL7x.

3) Détermination du chlorure (tour A):
La teneur en chlorure est déterminée par titrage avec 0.1 $AgNO_3$, une électrode DM141 servant d'indicateur (connectée à l'entrée de capteur 2).

4) Détermination du calcium et du magnésium (tour A):
Le calcium et le magnésium sont déterminés séparément, par titrage complexométrique, avec 0.01 M EDTA (0.1 M) et une électrode spécifique du calcium (connectée à l'entrée de capteur 1). Avant de commencer le titrage, une solution tampon acétylacétone/TRIS (pH 8.5) est ajoutée à l'échantillon afin de pouvoir distinguer les

deux points d'équivalence (voir brochure d'application n° 1, ME-724492). La demi-cellule de référence de DG114 sert également de référence à DX240 avec le câble ME-51‘089‘954. Ce câble équipé de connecteurs banane courants de 4 mm permet de relier la demi-cellule de référence de DG114 à l'entrée de référence 1 du titrateur DL7x.

Détermination automatique de l'eau par titrage selon Karl Fischer

Une seconde tour de titrage augmente les possibilités d'application du passeur d'échantillons. La flexibilité peut cependant aller encore plus loin en utilisant différents récipients de titrage. Par exemple, la détermination de l'eau par titrage selon Karl Fischer peut également être automatisée moyennant des récipients de titrage spéciaux et un jeu de titrage spécial.
Le récipient Karl Fischer repose sur une idée simple mais très efficace: il est hermétiquement fermé par une pellicule et un joint de caoutchouc, ce qui empêche presque totalement l'humidité ambiante de pénétrer dans le récipient et de fausser les résultats. Au début du titrage, l'électrode perce la pellicule.

Conclusions

L'automatisation a pris une grande importance dans le titrage moderne. En effet, chaque analyse quantitative peut être automatisée par des titrateurs contrôlés par microprocesseur, mais surtout, un haut degré d'automatisation peut être atteint pour la prise d'échantillon et la préparation des échantillons, grâce à de nouveaux passeurs d'échantillons basés sur un principe modulaire. Cette modularité offre plus de flexibilité et répond aux exigences d'automatisation des applications les plus diverses.

En association avec les titrateurs METTLER TOLEDO des séries DL5x et DL7x, le Rondo 60 constitue un système très souple, facile d'emploi et parfaitement adapté à la plupart des tâches d'automatisation. Grâce à sa conception modulaire, le Rondo 60 permet une automatisation totale du titrage et d'analyser un grand nombre d'échantillons par jour.

Le personnel de laboratoire est ainsi déchargé des opérations de routine et les déterminations peuvent être effectuées plus rapidement et plus fiablement, car les erreurs humaines diminuent fortement et le contact avec des produits chimiques dangereux est réduit au minimum. Il est possible de travailler sans surveillance et les échantillons peuvent être analysés 24 heures sur 24, par des opérateurs se relayant. Grâce à l'allongement des périodes sans surveillance, l'opérateur peut se consacrer à des tâches plus exigeantes, ce qui augmente la productivité du laboratoire d'analyse.

Fig. 2: Titrage Karl Fischer automatisé par Rondo 60. Les récipients spéciaux Karl Fischer sont bien en évidence sur le plateau. Le récipient de titrage est fermé hermétiquement par un joint de caoutchouc bleu retenant une feuille d'aluminium.

X-mate*Pro* sur le terrain

K. Sägesser

L'eau - la plus précieuse des ressources du 21e siècle!

L'eau est indispensable à la vie sur terre. Notamment les humains ont de grands besoins d'eau, non seulement pour la consommation, mais aussi pour l'agriculture et l'industrie. Or, la disponibilité d'eau potable est en partie limitée. Avec la croissance de la population mondiale, de grandes quantités d'eau sont polluées alors que les besoins d'eau potable augmentent chaque année. Le résultat est un raccourcissement du cycle de régénération de l'eau. La gestion de l'eau joue désormais un rôle capital et, pour cette raison, il est aussi important de disposer d'un équipement répondant à toutes les exigences de mesure et de contrôle.
Les cours d'eau sont un élément important du cycle de régénération. Parce qu'ils coulent en surface où ils franchissent souvent sur des obstacles naturels et artificiels, ils contiennent beaucoup d'oxygène dissous. De ce fait, les processus de nitrification et de décomposition des composés carbonés sont intensifiés. La concentration en oxygène dissous et la température d'un cours d'eau sont de bons indices de sa capacité de régénération. D'autres paramètres tels que le pH, la conductivité et le potentiel d'oxydo-réduction (redox) sont des indicateurs plus directs de l'état de santé d'un cours d'eau, au même titre que les mesures d'ions spécifiques comme par ex. le nitrate. Tous ces paramètres peuvent être mesurés en très peu de temps, sur le terrain, par le nouveau METTLER TOLEDO X-mate*Pro*. Ce système modulaire permet un suivi rapide et complet des fluctuations rapides dans un système donné.

Figure 1: La rivière Toess traverse un paysage de champs.

Figure 2: Points de mesure sur le cours de la rivière Toess.

La rivière Toess

Un tel contrôle multiparamétrique a été effectué en juillet de cette année sur tout le cours de la rivière Toess en Suisse, un petit affluent du Rhin. La rivière Toess prend sa source à 1000 mètres d'altitude et traverse une vallée relativement large couverte de champs. Plus loin, elle est bordée d'arbres puis traverse une forêt vers 490 mètres d'altitude. Après la traversée d'une région fortement peuplée, elle se jette finalement dans le Rhin à environ 400 mètres d'altitude.

Le tableau 1 présente les paramètres mesurés avec X-mate*Pro*. Dans le cadre de cette étude, les mesures ont été effectuées en trois points le long de la rivière, entre 700 et 490 mètres d'altitude. Toutes les mesures ont été effectuées en l'espace d'une heure afin d'obtenir des résultats significatifs.

La mesure du pH est faite avec compensation automatique de la température (ATC). Les valeurs de pH indiquées reflètent par conséquent le vrai pH de l'eau. La conductivité est également mesurée avec ATC. Les valeurs sont rapportées à 25°C. Les mesures d'ions spécifiques sont effectuées à la même température que le pH. Cette température est entrée manuellement (MTC).

Paramètre	Unité	Point 1	Point 2	Point 3
pH (ATC)		7,94	8,23	8,03
Conductivité (réf. 25°C)	µS/cm	428	443	524
Oxygène dissous	%	58.7	81.2	79.2
Ammonium (MTC)	ppm	0,6	8,5	2,6
Nitrate (MTC)	ppm	8,7	7,4	11,4
Potentiel redox	mV	251,5	283,1	286,7
Température de l'eau	°C	18,8	18,3	17,2
Température de l'air	°C	26,8	26,7	24,5
Humidité relative	%	47,9	55,9	64,1

Tableau 1: Paramètres relevés sur la rivière Toess

Figure 3: L'équipement impeccablement rangé dans la mallette.

Sur le parcours étudié, le pH ne subit pas de variation significative; c'est une indication grossière que la composition de l'eau ne change pas beaucoup, par ex. sous l'effet de rejets industriels.
La conductivité traduit la teneur totale en ions. Le sel n'étant pas éliminé lors de la purification par les plantes, il s'accumule le long du cours d'eau.
Là où la rivière franchit des obstacles artificiels et naturels, la concentration en oxygène dissous augmente immédiatement, ce qui permet à la rivière de se régénérer plus vite.
A l'endroit où la rivière traverse la forêt (point 3) la température de l'air diminue et l'humidité relative augmente.

La teneur en ammonium est très faible dans la partie amont où les influences humaines sont réduites. Dans la partie aval, entre les points 2 et 3, afflue l'eau d'une station d'épuration. Cette eau contient très peu d'ammonium en raison de son élimination efficace dans la station d'épuration.

L'élimination technique du nitrate par un procédé d'épuration est moins efficace que celle de l'ammonium ce qui explique la forte concentration en nitrate au point 3.

Toutes les mesures ont été effectuées à l'aide du X-mate*Pro* avec des modules interchangeables: InLab®781 pour la conductivité, InLab®482 pour le pH, InLab®681 pour l'oxygène dissous, InLab®581 pour le potentiel redox et InLab®986 pour l'humidité. Les mesures d'ions spécifiques ont été faites avec le module BNC. Tous les composants ont trouvé place dans une mallette facile à transporter (voir figure 3). Une personne a suffi pour mesurer tous les paramètres en peu de temps. Les analyses de la rivière Toess montrent que ce cours d'eau est très propre, bien qu'il traverse une région peuplée.

Figure 4: X-mate*Pro* séduit par sa conception modulaire.

Paramètres optimaux pour le titrage, III: arrêt du titrage et choix de la bonne méthode d'exploitation

C. Gordon

Dans notre série d'articles sur les paramètres de titrage, nous avons traité jusqu'ici les bons paramètres pour obtenir la meilleure forme de courbe et les bons critères pour bien détecter le point d'équivalence. Il nous reste à traiter les critères d'arrêt du titrage et l'exploitation du point d'équivalence.

Arrêt du titrage

Les titrateurs généralistes METTLER TOLEDO ont la possibilité d'utiliser divers critères pour arrêter le titrage:

- arrêt dès que le nombre voulu de points d'équivalence est détecté,
- arrêt lorsqu'un potentiel ou un pH fixe est atteint,
- arrêt seulement si la pente de la courbe tombe en dessous d'une valeur donnée,
- arrêt lorsque la consommation totale de solution titrante atteint un nombre donné de fois la taille de l'échantillon (ou % de la consommation nominale).

Il existe de plus un critère 'arrêt d'urgence', lorsque le volume maximal est atteint, ceci à la fois pour éviter un trop-plein du récipient de titrage et un gaspillage de la solution titrante.

Ces critères d'arrêt peuvent être utilisés seuls ou combinés. En cas de critères multiples, le titrage s'arrête dès que la première des conditions fixées est remplie. En activant le paramètre, critères d'arrêt combinés', le titrage ne s'arrête que lorsque toutes les conditions choisies sont remplies (excepté ´volume maximal´). Ceci est particulièrement utile si l'on veut arrêter immédiatement après le premier point d'équivalence, mais désire voir la forme générale de la courbe de titrage. Supposons, à titre d'exemple, que vous avez choisi d'arrêter après un point d'équivalence (Fig.1). En combinant ce critère avec le critère pente, vous obtenez un meilleur aperçu de la courbe de titrage (Fig.2).

Avec cette combinaison, il est également possible de titrer avec ‚saut le plus raide' (voir UserCom 4) sans avoir à titrer jusqu'au volume maximal. Pour ce faire, choisir ‚saut le plus raide' et les critères d'arrêt combinés ‚arrêt après n EQP' et ‚arrêt en fonction de la pente'.

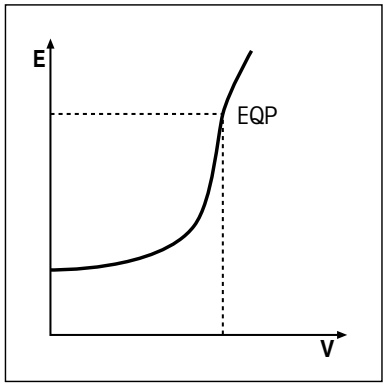


Fig. 1: Arrêt après le 1er point d'équivalence

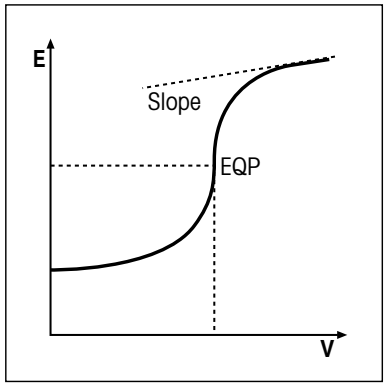


Fig. 2: Critères d'arrêt combinés

Exploitation de la courbe de titrage

Le choix de la bonne méthode d'exploitation dépend essentiellement de la forme de la courbe de titrage. De nombreuses méthodes ont été décrites pour déterminer le point d'équivalence des courbes classiques en forme de S. Elles incluent l'approximation, l'interpolation et des opérations mathématiques comme la régression non linéaire et la simulation. L'approximation et l'interpolation ne prennent pas en compte la nature de la réaction de titrage et de son indication, et ne déterminent par conséquent pas le ‚vrai' point d'équivalence, mais seulement un point

approché.L'exploitation ‚standard' dans les titrateurs METTLER TOLEDO repose sur une régression non-linéaire conduisant au ‚vrai' point d'équivalence. Cette méthode est idéale pour les titrages acide-base,argentimétriques, complexométriques et certains titrages REDOX.

Ces procédés ne conviennent plus lorsque la courbe est très asymétrique, ce qui est le cas pour certains titrages REDOX avec des coudes très brusques, ainsi que certains titrages à indication photométrique. Il a été constaté empiriquement que le vrai point d'équivalence se situe dans ces cas entre le point d'inflexion et la partie la plus arquée de la courbe (rayon de courbure minimal). Il faut alors procéder par approximation. La méthode de Tubbs est un exemple d'une telle démarche. Elle consiste à tracer des cercles de rayon tel qu'ils épousent la forme de la courbe. L'intersection de la droite joignant les centres des cercles avec la courbe de titrage est prise comme point d'équivalence (Fig.3).

En sélectionnant ‚exploitation asymétrique' sur les titrateurs METTLER TOLEDO, une variante mathématique de la méthode de Tubbs entre en jeu (selon Ebel). Elle utilise des hyperboles au lieu de cercles et joint les foyers au lieu des centres des cercles. Pour cette méthode, le titrateur nécessite au moins six points de mesure dans la partie la plus courbée avant et après le point d'inflexion. Si le nombre de points de mesure est insuffisant, le titrateur commute automatiquement sur une exploitation standard et le signale sur le compte rendu imprimé des résultats bruts.

Les deux derniers types de courbes que les titrateurs METTLER TOLEDO peuvent exploiter sont des cas spéciaux en raison du mode d'indication utilisé. Il s'agit de l'exploitation ‚segmentée' des courbes conductimétriques typiques (Fig.4) et de l'exploitation ‚min/max' des courbes turbidimétriques (Fig.5).

Finalement, les titrateurs METTLER TOLEDO permettent de déterminer deux points finaux interpolés en plus des points d'équivalence. Ils sont spécifiés dans ‚potentiel tampon 1' et ‚potentiel tampon 2', avec les résultats bruts QP1 et QP2.

Pour obtenir le résultat final, il ne reste plus qu'à entrer ou à sélectionner le mode de calcul à employer et à spécifier exactement ce qui doit être envoyé à l'imprimante ou à l'ordinateur. Ces opérations sont décrites en détail dans le mode d'emploi de chaque titrateur. Ce numéro de UserCom donne quelques conseils pour utiliser des formules perfectionnées.

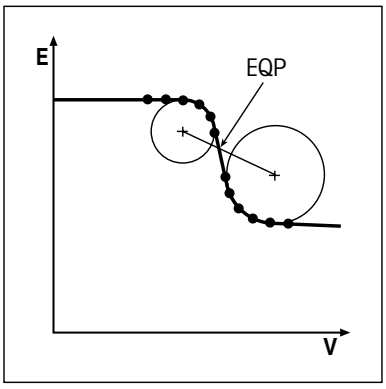


Fig. 3: Méthode de Tubbs

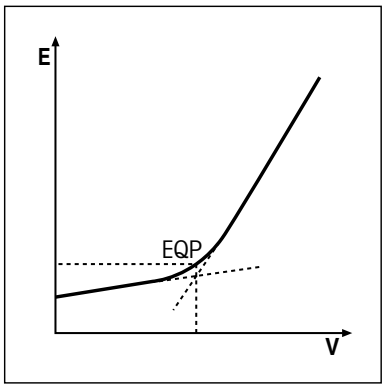


Fig. 4: Exploitation segmentée

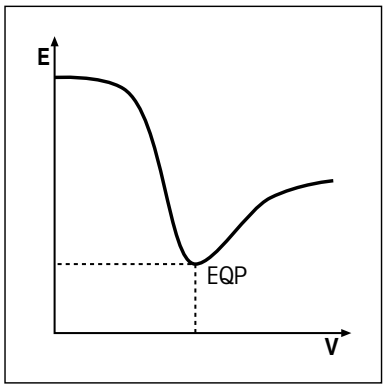


Fig. 5: Exploitation min/max

Rondo 60: système flexible évoluant avec les besoins de l'utilisateur

METTLER TOLEDO vient de lancer le passeur d'échantillons Rondo 60. Combiné à un titrateur METTLER TOLEDO des séries DL5x ou DL7x, Rondo 60 permet de titrer jusqu'à 60 échantillons sans aucune intervention de l'opérateur. Le principal atout du Rondo 60 est sa flexibilité. Partant de la configuration standard, l'utilisateur peut réaliser le système répondant le mieux à ses besoins.
Pour en savoir plus sur les possibilités d'application du système Rondo 60, voir les pages 1 à 5 de ce numéro de UserCom. Le présent article donne un aperçu des nombreux accessoires du Rondo 60.

Fig.1: Rondo 60 avec deux tours pour titrage en parallèle

Fig.2: Rondo 60 avec deux tours placées côte à côte

Rondo 60 peut être équipé d'une seconde tour de titrage. Avec deux tours en position opposée (Fig. 1), le nombre d'échantillons titrés avec un titrateur DL77 double. Avec deux tours placées côte à côte (Fig. 2), l'opérateur a davantage de possibilités pour la préparation des échantillons et peut effectuer simultanément des mesures de conductivité et des titrages. Les tours peuvent être disposées à gauche ou à droite, selon la préférence de l'utilisateur ou la place disponible.
Le Rondo 60 peut utiliser différents plateaux porte-échantillons pour mesurer des échantillons de diverse taille. En plus du plateau pour 20 récipients standard METTLER TOLEDO, il existe des plateaux pour récipients standard en verre de 150, 250 et 400 ml ou tout autre récipient approprié (Fig. 3). Jusqu'à 60 échantillons peuvent être analysés automatiquement en combinaison avec l'unité d'échantillonnage SU24 livrable en option.
Une seconde pompe à membrane peut être montée à l'arrière de la tour pour la préparation des échantillons. Si une pompe péristaltique est requise, on peut connecter l'unité METTLER TOLEDO SP250. Chaque tour peut être équipée de jusqu'à 2 pompes.

Fig. 3: Plateaux à 12, 15, 20 et 60 positions pour le Rondo 60.

Fig. 4: Pompe péristaltique SP250

Fig. 5: Unité d'échantillonnage SU24

Fig. 6: Rondo équipé du jeu KF

Fig. 7: Rondo équipé du jeu COD

Pour les analyses d'humidité, il faut ajouter le jeu Karl Fischer au Rondo 60 standard (Fig. 6). Dans les deux cas, l'instrument peut être reconverti en version standard en l'espace de quelques minutes.

Le jeu DOC convertit le Rondo 60 en spécialiste pour titrages DOC (Fig.7).

En cas d'utilisation de produits corrosifs, Rondo 60 peut être équipé du système CoverUp™. Avant le titrage, les récipients de titrage sont alors fermés par un couvercle, ce qui évite d'avoir à effectuer le titrage sous une hotte.

Cours pour notre clientèle

Vous êtes en possession d'un de nos instruments hautement perfectionnés vous permettant d'effectuer les applications les plus complexes simplement en pressant la touche RUN. Vous développez constamment de nouvelles méthodes, adaptez des paramètres et calculs pour répondre à vos besoins précis, vous connaissez les avantages et inconvénients de toutes les méthodes de titrage et d'indication, bref vous maîtrisez tout?

... ou avez-vous le sentiment que votre instrument fait juste ce qui lui plaît?

- Vous vous demandez comment amener le titrateur à faire d'autres analyses?
- Vous voulez tout savoir sur le choix optimal des paramètres?
- Bref: vous désirez en savoir plus sur la théorie du titrage et sur l'emploi de nos titrateurs?

Dans ce cas, pourquoi ne pas participer aux cours que nous organisons pour notre clientèle, et passer 4 à 5 jours d'entraînement intense avec nos spécialistes.
Pour de plus amples informations et l'inscription, veuillez contacter votre agent local METTLER TOLEDO.

Puissantes formules de calcul DL5x/DL7x – quelques exemples

H.-J. Muhr

Les titrateurs METTLER TOLEDO possèdent des fonctions de calcul extrêmement souples qui permettent de faire bien plus que de simples calculs. Les quelques exemples ci-dessous illustrent la puissance de ces fonctions de calcul. Les informations fondamentales pour se servir de ces formules figurent dans le mode d'emploi des titrateurs.

1. Calculs pour trouver le bon point d'équivalence

Dans les mélanges de deux ou trois acides différents, ou dans les polyacides comme l'acide phosphorique, trouver le bon point d'équivalence est important pour calculer la teneur de chacun des composants. Par exemple, pour déterminer la teneur en trois acides différents, de pKa croissant, on utilise une méthode qui garantit une attribution inéquivoque des points d'équivalence à chacun des acides et qui tient aussi compte du fait que parfois un composant manque. Dans ce cas, le titrage est effectué jusqu'à un volume maximal ou un pH prédéfinis, et la teneur est calculée en partant de la consommation liée une condition:

R1 = Q(3.0<EPOT<6.0) C/m (ou U pour DL7x)

De cette façon, la consommation jusqu'au point d'équivalence dont le potentiel se situe entre pH 3 et 6 sert au calcul de la teneur. Pour le second acide de pKa supérieur, une autre plage de pH plus élevé est utilisée, et ainsi de suite.

2. Calculs pour établir les statistiques de titrages périodiques

Dans un laboratoire de contrôle de l'eau il faut déterminer la valeur m (methyl orange value, pH=4.3) d'un échantillon d'eau. Trois échantillons doivent être titrés chaque heure (8 heures par jour) avec une statistique journalière. La méthode tourne sur la combinaison DL7x/Rondo avec, pour un échantillon, ´Imprimer en continu'. Dans ces conditions, on ne peut pas utiliser la fonction statistique et la méthode doit contenir, dans les fonctions calcul, les formules pour moyenne et écart type volants:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$$

x_i = résultat d'un échantillon
$\bar{x}$ = moyenne
n = nombre d'échantillons

Comme la moyenne change après chaque échantillon, il est impossible d'utiliser l'équation standard sans enregistrer chaque résultat jusqu'au moment du calcul de la moyenne et de l'écart type volants.
En transformant la formule du haut on obtient l'équation suivante:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

x_i = résultat de l'échantillon i
$\bar{x}$ = moyenne
n = nombre d'échantillons

Dans la nouvelle équation, la moyenne est séparée de la somme, de sorte que la somme des carrés peut être enregistrée séparément de la moyenne, en tant que valeur auxiliaire. Des statistiques volantes deviennent ainsi possibles (Fig 1).

```
Title
Sample
Auxiliary value
   ID text . . . . . .Counter
   Formula . . . . . H1=H1+1(counts the number of samples)
Stir
Titration
Calculation
   Result name  . . . . . m-Value
   Formula  . . . . . R=QP1*C/U
   Constant . . . . . C=1000
   Result unit  . . . . . mmol/L
   Decimal places . . . . . 2
Auxiliary value
   ID text . . . . . .Sum m-Value
   Formula . . . . . H2=H2+R1        (∑x_i)
Auxiliary value
   ID text . . . . . .Sum m-Value squared
   Formula . . . . . H3=H3+R1*R1     (∑x_i²)
Calculation
   Result name  . . . . . Mean m-Value
   Formula  . . . . . R2=H2/H1       (∑x_i/n)
   Constant . . . . . .
   Result unit  . . . . . mmol/L
   Decimal places . . . . . 2
Calculation
   Result name  . . . . . s (m-Value)
   Formula  . . . . . R3=sr((H3-C2)/(H1-1))
   Constant . . . . . C2=H1*R2*R2
   Result unit  . . . . . mmol/L
   Decimal places . . . . . 5
Calculation
   Result name  . . . . . %RSD m-Value
   Formula  . . . . . R4=R3*100/R2
   Constant . . . . . .
   Result unit  . . . . . %
   Decimal places . . . . . 3
Record
Auxiliary value
   ID text . . . . . .Reset Sum
   Formula . . . . . H2=0
   Condition . . . . . .Yes
      Condition. . . . . .H1=24  (3 samples per hour for 8 hours)
Auxiliary value
   ID text . . . . . .Reset n
   Formula . . . . . H1=0
   Condition . . . . . .Yes
      Condition. . . . . .H1=24  (3 samples per hour for 8 hours)
Auxiliary value
   ID text . . . . . .Reset Sum squares
   Formula . . . . . H3=0
   Condition . . . . . .Yes
      Condition. . . . . .H1=24  (3 samples per hour for 8 hours)
```

Fig. 1: Exemple d'une methode de détermination de la valeur m

La méthode montre les fonctions importantes pour le calcul de statistiques volantes. Une valeur auxiliaire est introduite avant le titrage proprement dit, et sert de compteur d'échantillons. La moyenne volante et les statistiques sont documentées après chaque échantillon. Après 8 heures ou 24 échantillons, le compteur et la somme sont remis à zéro pour ainsi réinitialiser les statistiques. L'opération est contrôlée par deux valeurs auxiliaires à la fin de la méthode et n'est effectuée que si la condition ´n = 24´ est remplie.

3. L'utilisation des fonctions log et anti-log pour calculer les résultats de mesures directes avec des électrodes spécifiques (ISE)

L'étalonnage du pH ou d'une électrode ISE est une fonction logarithmique où pX (-log[X]) est porté en fonction du signal mesuré en mV. Lors d'une mesure directe avec une ISE, le titrateur convertit automatiquement le signal mV en pX. Pour convertir pX dans l'unité voulue, il faut utiliser une fonction anti-log. Les titrateurs METTLER TOLEDO possèdent cette fonction anti-log, désignée par ‚pw', et qui conduit au calcul suivant:

Nom Teneur ISE
R = pw(-E) • C
C = 1000 (si la concentration étalon est donnée en g/L)
Unité = ppm

Ces exemples montrent la souplesse des fonctions de calcul des titrateurs METTLER TOLEDO. Elles permettent des calculs complexes avec des racines carrées, des fonctions logarithmiques ou exponentielles, etc.. Ces fonctions spéciales existent dans les deux séries de titrateurs DL5x et DL7x. Avec les conditions prévues dans la plupart des fonctions du DL7x, les fonctions de calcul constituent un outil précieux de contrôle et d'exploitation du titrage, garantissant toujours des résultats corrects.

Dépannage des électrodes de pH

K. Sägesser

L'électrode est l'élément clé pour la réussite d'une analyse. Elle est la seule partie de l'instrument d'analyse à être en contact direct avec la réaction chimique. Le bon choix et un bon entretien de l'électrode ont une très grande influence sur la précision et l'exactitude des mesures, car ils déterminent sa sensibilité. Cependant, une électrode bien choisie et ayant longtemps bien fonctionné peut subitement se mettre à mal fonctionner. Cet article se propose de vous aider à identifier la cause du problème et vous présente un certain nombre de moyens pour rétablir le bon fonctionnement de votre électrode.

Avant de procéder au diagnostic!

Avant de tester l'électrode, assurez-vous que le câble de l'électrode est en ordre et que l'instrument fonctionne correctement. Puis, examinez soigneusement le capteur. Très souvent, un contrôle visuel suffit à déceler la cause du défaut, par exemple un diaphragme bouché ou une bulle d'air à la pointe de l'électrode.

Membrane en verre

Diagnostic

Un symptôme donné peut souvent avoir des causes différentes. Le tableau ci-contre vous aide à trouver les défauts dus à la membrane en verre sensible au pH:

Cause / Symptôme	Vieillissement du verre	Rayures sur la membrane	Membrane ou tige cassée	Gel détruit ou déshydraté	Stockage à sec de l'électrode	Calcium sur membrane (dépôt blanchâtre)	Résidus d'huile, de graisse ou de goudron (visible?)	Dépôts de substances inconnues (visible?)
Pente réduite (>80% - <90%)	●	●				●	●	●
Pente très faible (<80%)	●		●	●	●			
Réponse lente	●	●		●	●	●	●	●
Signal de mesure instable	●	●	●	●	●	●	●	●
Dérive du zéro	●	●		●	●	●	●	●
Bonds du signal de mesure	●		●			●	●	●
Causes	haute température, âge du capteur	abrasion, particules solides, mauvais nettoyage	choc mécanique ou thermique	milieu pauvre en ions, non-aqueux	mauvais stockage	milieu de mesure	milieu de mesure	milieu de mesure, nettoyage omis
Remèdes	régénération (voir page suivante)	le capteur est irréparable	le capteur est irréparable	réhydrater par electrolyte ou eau potable	réhydrater par electrolyte ou eau potable	tremper le capteur dans acide acétique conc. jusqu'à dissolution des dépôts, puis régénération	nettoyer le capteur avec un détergent, puis rincer à l'eau; si nécessaire régénération	nettoyer le capteur à l'aide d'un produit approprié; si nécessaire régénération

Explications: ● très probable ● probable ● possible

Tableau 1: Membrane de verre sensible au pH: symptômes, causes et remèdes

Régénération

Sur les vieilles électrodes et celles conservées à sec, on constate souvent une baisse de la pente d'étalonnage par suite de modifications de la couche de gel sur la membrane en verre. Des effets analogues s'observent lorsque l'électrode sert à des mesures en milieu non aqueux, où la couche de gel se déshydrate également. La membrane en verre sensible au pH peut alors être réactivée en la plaçant dans une solution de régénération (METTLER TOLEDO n° de commande 51340073). Cette solution est un mélange d'acide chlorhydrique (HCl) et d'acide fluorhydrique (HF).

Remarque!
Respectez les consignes de sécurité, car ces acides sont très corrosifs: lunettes de protection, blouse de laboratoire et gants résistants aux produits chimiques. N'utilisez que la quantité absolument nécessaire de solution en vous servant d'un petit récipient d'acide.
Plongez la pointe de l'électrode pendant 5 à 15 minutes dans la solution de régénération. La profondeur maximale d'immersion est l'épaulement au-dessus de la membrane en verre sensible au pH (voir Figure 2). Ne jamais plonger la tige du capteur dans la solution, car elle serait endommagée par l'acide fluorhydrique. Rincer ensuite soigneusement l'électrode avec de l'eau et conditionnez-la pendant environ une heure dans une solution tampon pH7. Finalement, placez l'électrode pendant une nuit dans l'électrolyte de référence prévu pour ce capteur.

Diaphragme de référence

Diagnostic

Le disfonctionnement de l'électrode est souvent dû à un diaphragme obturé. La plupart des électrodes présentent une décoloration visible du diaphragme, parfois noire, parfois grise ou simplement blanc cassé. La décoloration est parfois très faible et n'est constatable qu'en observant le tube de céramique par le côté à travers le verre. On peut observer un gradient, de blanc à l'intérieur, à blanc cassé ou gris à l'extérieur. Le sulfure d'argent colore le diaphragme en noir. Les protéines peuvent causer une décoloration blanchâtre difficile à voir. Cette forme de contamination se limite rarement à la surface seulement. Elle pénètre généralement dans les pores du diaphragme. Les substances lipophiles comme les graisses et les huiles peuvent former une fine pellicule imperméable sur le diaphragme, souvent difficilement visible.

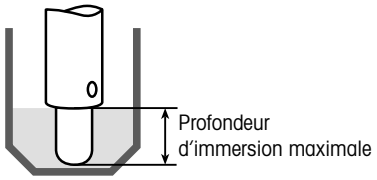


Figure 2: Régénération

Il y a, en principe, trois moyens de réactiver une électrode. Premièrement, la membrane peut être régénérée; deuxièmement, le diaphragme de référence peut nécessiter un nettoyage; troisièmement, l'électrolyte doit être remplacé. Ce dernier point ne sera pas discuté ici, car il fait partie de l'entretien normal d'une électrode.

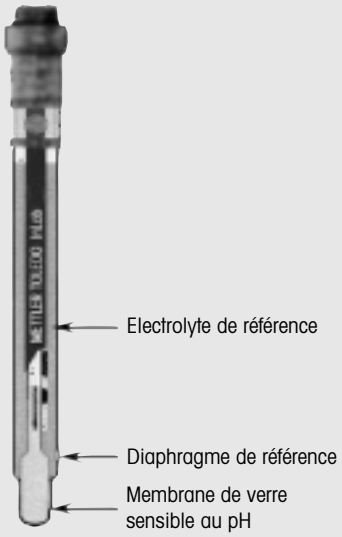


Figure 1: Que peut-on réparer?

Nettoyage

Le tableau suivant donne des conseils et des indications sur la manière de nettoyer un diaphragme en céramique. Certaines de ces mesures sont applicables aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'électrode. Le tableau s'applique bien sûr aussi aux électrodes redox ou aux électrodes de référence ayant un diaphragme en céramique contaminé.

Type de contamination	Produit de nettoyage	Durée de réaction	Remarques
sulfure d'argent	thio-urée ME-51340070	5 –60 min	Jusqu'à ce que décoloration disparaisse.
toutes sortes de contaminations; première recommendation d'éliminer substances inconnues.	HCl 0.1 mol/L	environ 12 h	Egalement utilisable pour nettoyage interne.
toutes sortes de contaminations; seconde recommendation d'éliminer substances inconnues.	mélange sulfochromique	environ 30 min	Nettoye aussi bien dépôts sur membrane; **le capteur doit ensuite être régénéré**.
protéines	solution pepsine / HCl ME-51340068	> 1 h	Egalement utilisable pour nettoyage interne.
protéines	NaOH 2%	environ 20 min	
substances lipophiles	éthanol, acétone	environ 30 min	Excellent pour huiles alimentaires; éventuellement s'aider d'une brosse douce.
calcium, tartre	acide acétique	environ 30 min	**Le capteur doit ensuite être régénéré**.
savons, tensio-actifs	eau chaude (80° C)	environ 12 h	Bien rincer le capteur à l'eau chaude, puis le tremper dans l'eau chaude et laisser refroidir environ 12 heures. **Utiliser uniquement de l'eau du robinet**, pas d'eau distillée ou déminéralisée.

Table 2: Diaphragme de référence obturé: causes et procédés de nettoyage

Remarques spéciales pour les électrodes InLab®:

- Les électrodes InLab® peuvent être utilisées sur le terrain, avec des pH-mètres portables. De ce fait, il leur arrive d'être mouillées. La classe de protection IP67 ne s'applique pas aux connecteurs MultiPin et S7. Ceci peut donner lieu à des problèmes, en particulier si l'échantillon contient du sel accélérant la corrosion. Toujours vérifier l'absence de corrosion sur les connecteurs lorsque l'électrode a été mouillée.
- Les capteurs InLab® contenant un électrolyte gélifié, par exemple InLab® 417, ne doivent pas être conservés à l'horizontale. Les bulles qui se forment autour des éléments de dérivation et dans la pointe de l'électrode peuvent entraîner des résultats erronés. Or, le gel étant très visqueux, les bulles ne peuvent pas être chassées en secouant l'électrode. C'est pourquoi il faut toujours conserver ces électrodes à la verticale, pointe vers le bas.

En dépit de toutes les mesures correctives énumérées ci-dessus, il n'est pas possible de réparer toutes les électrodes fonctionnant mal. Une électrode dont le circuit ou l'enveloppe ont été endommagés par l'usage n'est pas réparable. Dans ce cas, il faut remplacer l'électrode.

Applications du titrage sur Internet:

…toujours à jour, rapides d'accès, gratuites!

Ch. Bircher

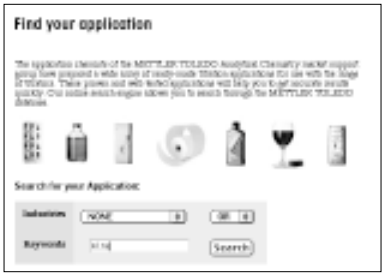
METTLER TOLEDO propose une vaste gamme de descriptions d'applications dans sa documentation d'application. Depuis l'an dernier, la plupart de ces applications peuvent non seulement être commandées sous forme de brochures, mais aussi téléchargées directement à partir d'Internet.

La version Internet a de nombreux avantages par rapport à la version papier: il suffit de taper un mot clé pour trouver très rapidement une application spécifique; en sélectionnant une industrie, toutes les applications appropriées apparaissent immédiatement sur l'écran; comme la base de données est constamment remise à jour, l'utilisateur est sûr de trouver l'information la plus récente. Lorsque UserCom sera sous presse, la base de données contiendra plus de 250 applications, y compris toutes celles des brochures pour les titrateurs DL5x et DL7x.
La description ci-après explique, étape par étape, comment se servir de la base de données. Tout ce qu'il vous faut, c'est un ordinateur connecté à Internet et un navigateur, par exemple Microsoft Internet Explorer ou Netscape Navigator.

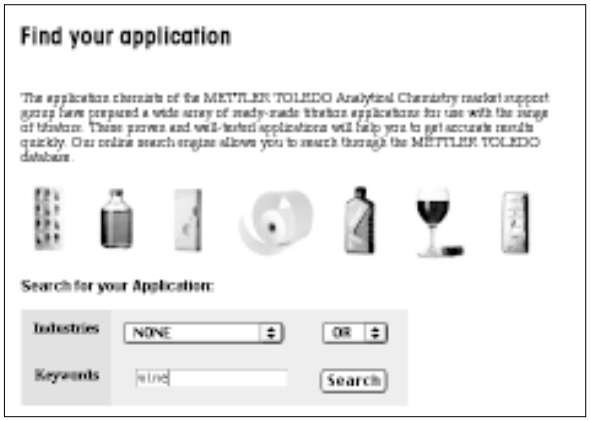
Comment naviguer dans la base de données

1. Cherchez la page „www.titration.net" et cliquez sur une image quelconque de cette page. La page principale apparaîtra. Sélectionnez „Applications".

2. Sur la page „Applications", sélectionnez „Find your application".



3. Une fenêtre s'ouvre pour vous permettre d'indexer la base de données. Sélectionnez „Ajouter aux favoris" dans Internet Explorer en vue de consultations ultérieures.

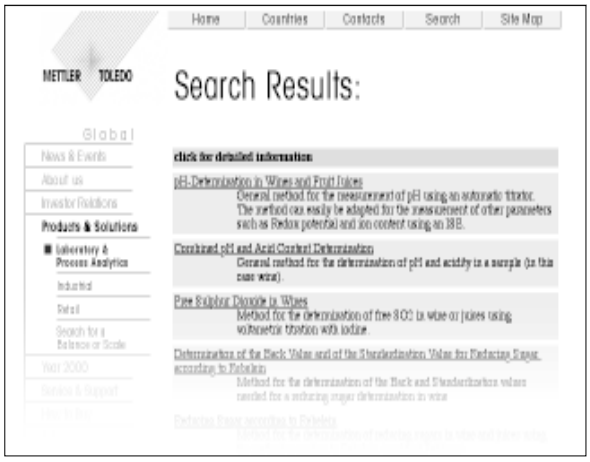

Find your application
The application chemists of the METTLER TOLEDO Analytical Chemistry market support group have prepared a wide array of ready-made titration applications for use with the range of titrators. These proven and well-tested applications will help you to get accurate results quickly. Our online search engine allows you to search through the METTLER TOLEDO database.
Search for your Application:
Industries
NONE
OR
Keywords
Search

Comment se servir de la base de données

1. Tapez dans le champ mot-clé le sujet, la substance, le matériau qui vous intéresse. Vous pouvez combiner/restreindre la recherche en sélectionnant l'industrie sur le menu déroulant et en utilisant les opérateurs logiques „or/and".

Home
Countries
Contacts
Search
Site Map
METTLER TOLEDO
Search Results:
Global
News & Events
About us
Investor Relations
Products & Solutions
Laboratory & Process Analytics
Industrial
Retail
Search for a Balance or Scale
Year 2000
Service & Support
How to Buy
click for detailed information
pH-Determination in Wines and Fruit Juices
General method for the measurement of pH using an automatic titrator. The method can easily be adapted for the measurement of other parameters such as Redox potential and ion content using an ISE.
Combined pH and Acid Content Determination
General method for the determination of pH and acidity in a sample (in this case wine).
Free Sulphur Dioxide in Wines
Method for the determination of free SO2 in wine or juices using volumetric titration with iodine.
Determination of the Black Value and of the Standardization Value for Reducing Sugar according to Fehling
Method for the determination of the Black and Standardization values needed for a reducing sugar determination in wine
Reducing Sugar according to Fehling

2. Vous obtiendrez une liste des résultats de la recherche avec un bref sommaire. Sélectionnez l'application voulue en cliquant sur son titre. On vous demandera votre nom et code d'accès. Si vous n'êtes pas enregistré sur titration.net, faites-le en sélectionnant „enregistrez-vous" sur la page.


Home
Countries
Contacts
Search
Site Map
METTLER TOLEDO
Search Results:
Global
News & Events
About us
Investor Relations
Products & Solutions
Laboratory & Process Analytics
Industrial
Retail
Search for a Balance or Scale
Year 2000
Service & Support
How to Buy
click for detailed information
pH-Determination in Wines and Fruit Juices
General method for the measurement of pH using an automatic titrator. The method can easily be adapted for the measurement of other parameters such as Redox potential and ion content using an ISE.
Combined pH and Acid Content Determination
General method for the determination of pH and acidity in a sample (in this case wine).
Free Sulphur Dioxide in Wines
Method for the determination of free SO2 in wine or juices using volumetric titration with iodine.
Determination of the Black Value and of the Standardization Value for Reducing Sugar according to Fehling
Method for the determination of the Black and Standardization values needed for a reducing sugar determination in wine
Reducing Sugar according to Fehling

3. La page application contient toutes les informations des brochures d'application (sauf les courbes). Vous pouvez imprimer la page si vous le voulez.

Publications

Nos chimistes de l'équipe AnaChem support du marché ont rédigé plusieurs publications et une série de brochures d'application pour assister la clientèle dans ses travaux de routine au laboratoire. Chaque brochure porte soit sur un secteur particulier de l'industrie (par ex. papier et cellulose, pétrole et boissons), soit sur un titrateur ou une technique d'analyse. Toutes les publications figurent sur la liste ci-dessous avec leur numéro de commande. Vous les obtiendrez auprès de votre agence locale METTLER TOLEDO.

Publications, tirés à part et applications		allemand	anglais
Titration in routine and process investigations		51724658	51724659
Basics of Titration		51725007	51725008
Fundamentals of Titration		704152	704153
Applications Brochure 1	Customer Methods	724491	724492
Applications Brochure DL70	Gold and Silver		724613
Applications Brochure 2	Various Methods	724556	724557
Applications Brochure 3	TAN/TBN	724558	724559
Applications Brochure 5	Determination in Water	51724633	51724634
Applications Brochure 6	Direct measurement with ISE	51724645	51724646
Applications Brochure 7	Incremental Techniques with ISEs	51724647	51724648
Applications Brochure 8	Standardization of titrants I	51724649	51724650
Applications Brochure 9	Standardization of titrants II	51724651	51724652
Applications Brochure 11	Gran evaluation DL7x	51724676	51724677
Applications Brochure 12	Selected Applications DL50	51724764	51724765
Applications Brochure 13	Nitrogen Determination by Kjeldahl	51724768	51724769
Applications Brochure 14	GLP in the Titration Lab	51724907	51724908
Applications Brochure 15	Guidelines for Result Check	51724909	51724910
Applications Brochure 16	Validation of Titration Methods	51724911	51724912
Applications Brochure 17	Memory card "Pulp and paper"		51724915
Applications Brochure 18	Memory card "Standardization of titrants"	51724916	51724917
Applications Brochure 19	Memory card "Determination in Beverages"	51725012	51725013
Applications Brochure 20	Petroleum		51725020
Applications Brochure 22	Surfactant Titration	51725014	51725015
Applications Brochure 23	Edible oils and fats		51725054
Applications Brochure 24	KF Titration with DL5x		51725023
Applications Brochure 26	METTLER TOLEDO Titrators DL31/38 *	51709854	51709855
Applikationsbroschüre 27	KF Titration with Homogenizer		51725053
Applications Brochure KF	Chemical	724353	724354
Applications Brochure KF	Food, Beverage, Cosmetics	724477	724478
Applications Brochure KF	10 DL35 Applications	724325	724326
Applications Brochure DL18		724589	724590
Applications Brochure DL12			724521
Applications Brochure DL25		724105	724106
Applications Brochure DL25	Food	51724624	51724625
Applications Brochure DL25	Petro / Galva	51724626	51724627
Applications Brochure DL25	Chemical	51724628	51724629

* Egalement en français (51709856), espagnol(51709857) et italien (51709858)

Editorial office

Mettler-Toledo GmbH, Analytical
Sonnenbergstrasse 74
CH-8603 Schwerzenbach, Switzerland
Tel. ++41 1 806 7711
Fax ++41 1 806 7240
E-Mail: msganachem@mt.com
Internet: http://www.mt.com

Dr. Ch. Bircher, C. Gordon, Dr. C. A. De Caro, C. Iserland, Dr. H.-J. Muhr, K. Sägesser

Layout and production

Promotion & Documentation, Walter Hanselmann

© 10/2000 Mettler-Toledo GmbH

Printed in Switzerland ME-51710044

Printed on 100% chlorine-free paper, for the sake of our environment.

METTLER TOLEDO